

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-148109

(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/66

(21)Application number : 11-329916

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 19.11.1999

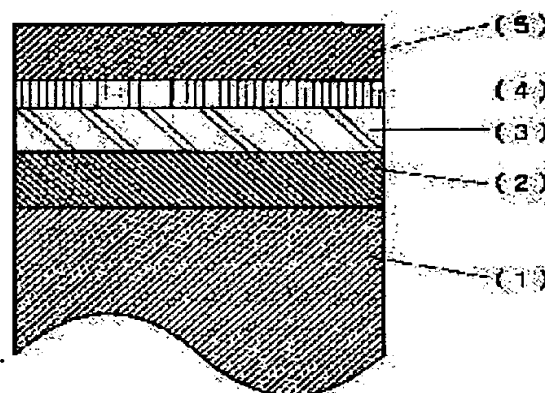
(72)Inventor : KIRINO FUMIYOSHI  
OTA NORIO  
WAKABAYASHI KOICHIRO  
TAKEUCHI TERUAKI

## (54) MAGNETIC DISK AND MAGNETIC DISK DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an information-recording medium suitable for performing ultra-high density recording.

**SOLUTION:** A magnetic film consisting of two layers is used as a magnetic film for magnetic recording. An amorphous alloy of a ferrimagnet consisting of a rare earth metal, and an iron-group metal is used as the first layer of the magnetic film. This magnetic film has high magnetic anisotropy in a direction perpendicular with a substrate and large activating volume, which are suitable for high density recording with high temperature stability. A perpendicularly magnetized film, having saturated magnetization higher than that of the first layer of the magnetic film, is formed as the second layer of the magnetic film. Noise caused by the magnetic recording medium can be reduced, and increase in reproducing output can be obtained effectively by using this two-layer magnetic film.



- 1 : 基板
- 2 : 下地層
- 3 : 第1層目の磁性膜
- 4 : 第2層目の磁性膜
- 5 : 保護膜

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-148109  
(P2001-148109A)

(43) 公開日 平成13年 5 月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

サーチコード(参考)

G 1 1 B 5/66

G 1 1 B 5/66

5 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-329916

(22) 出願日 平成11年11月19日 (1999. 11. 19)

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 桐野 文良

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72) 発明者 太田 憲雄

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(74) 代理人 100080193

弁理士 杉浦 康昭

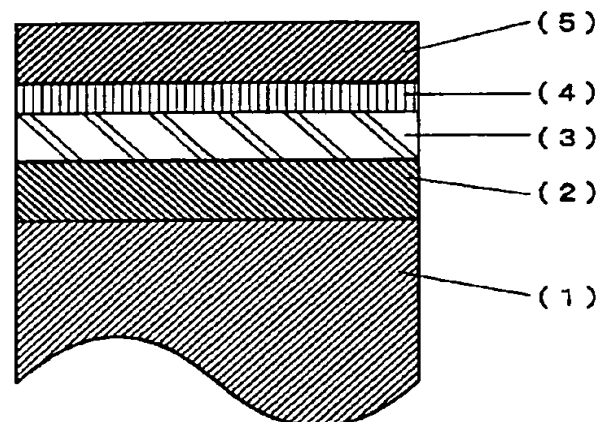
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク、磁気ディスク装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 超高密度記録を行う場合に好適な情報記録媒体の提供。

【解決手段】 磁気記録用の磁性膜として、2層からなる磁性膜を用いことにより解決した。第1層目の磁性膜は、希土類・鉄族からなるフェリ磁性体の非晶質合金を用いる。この磁性膜は、基板と垂直方向に大きな磁気異方性を有し、かつ、活性化体積が大きいため高熱安定性を有する高密度磁気記録に好適な磁性膜である。さらに、第2層目の磁性膜は、第1層目の磁性膜より大きな飽和磁化を有する垂直磁化膜を形成する。これにより、磁気記録媒体起因のノイズの低減に加えて、再生出力の増大を図ることに有効である。



- 1 : 基板
- 2 : 下地層
- 3 : 第1層目の磁性膜
- 4 : 第2層目の磁性膜
- 5 : 保護膜

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と情報を記録するための磁性膜を有する磁気ディスクにおいて、該磁性膜は少なくとも基板に近い第1磁性膜と磁気ヘッドに近い第2磁性膜からなり、該第1磁性膜は、フェリ磁性体で、基板面に対して垂直な方向に磁化容易軸を有し、結晶粒界が存在しない、X線的に非晶質な強磁性薄膜であり、該第2磁性膜は、基板面に対して垂直な方向に磁化容易軸を有し、かつ、該第1磁性膜より飽和磁化が大きいことを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】 前記第1磁性膜と前記第2磁性膜が互いに磁氣的に結合していることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項3】 前記磁性膜の有する基板と平行方向の面の磁気異方性エネルギーが $1 \times 10^4 \text{ erg/cm}^2$ 以下であり、基板と垂直方向の磁気異方性エネルギーが $1 \times 10^7 \text{ erg/cm}^2$ 以上であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項4】 前記第1磁性膜が鉄族元素と希土類元素とからなる合金であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項5】 前記鉄族元素がFe, Co, Niの内より選ばれる少なくとも1種類の元素であり、前記希土類元素がTb, Gd, Dy, Hoの内より選ばれる少なくとも1種類の元素とからなる合金薄膜であることを特徴とする請求項4記載の磁気ディスク。

【請求項6】 前記第1磁性膜の有する磁性がフェリ磁性体であり、鉄族元素の副格子磁化が優勢であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項7】 前記第1磁性膜の熱的安定性が、 $KuV/kT$  (Ku:結晶磁気異方性定数、V:活性化体積、k:ボルツマン定数、T:温度)で表され、該第1磁性膜における活性化体積:Vが、該磁性膜に形成される1つの磁区における体積に相当することを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項8】 前記第1磁性膜の飽和磁化が $200 \text{ emu/cm}^3$ 以上、保磁力が $3 \text{ kOe}$ 以上、膜厚が $40 \text{ nm}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項9】 前記第2磁性膜がCoを主体とする合金あるいはCoの酸化物の磁性薄膜であり、これに、Cr, Pt, Pd, Ta, Nb, Si, Tiのうちより選ばれる少なくとも1種類の元素を含んだことを特徴とする請求項1記載のディスク。

【請求項10】 前記磁性膜をガラス、樹脂あるいはAl合金から選ばれる少なくとも1種類の基板上に作製することで磁気ディスクを形成し、該磁気ディスクに磁気ヘッドを用いて一定幅、一定長さの磁区を形成することにより情報を記録あるいは消去をしたことを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項11】 前記情報の記録あるいは消去により磁性膜に形成される磁区における体積が、請求項7に記載

の活性化体積であることを特徴とする請求項10に記載の磁気ディスク。

【請求項12】 前記磁性膜を表面に凹凸のテクスチャを有する円形の基板上に形成したことを特徴とする請求項1記載の磁気ディスク。

【請求項13】 前記基板表面のテクスチャにより、記録や消去に伴う磁壁の移動を制御し、磁性膜に形成される磁区のディスク上の位置を制御したことを特徴とする請求項12記載の磁気ディスク。

10 【請求項14】 少なくとも磁気ディスク、磁気ヘッド、ディスク駆動装置、および電気回路からなる磁気ディスク装置において、該磁気ディスクは請求項1から請求項13に記載の磁気記録用磁性膜を用いた磁気ディスクを用いて該磁気ディスク装置を構成したことを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項15】 前記磁気ディスク装置を用いて、各種形態の情報を該装置により記録、再生あるいは消去をしたことを特徴とする請求項14に記載の磁気ディスク装置。

20 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大量の情報を迅速かつ正確に格納するための情報記録媒体にかかり、特に、高性能でかつ高信頼性を有する磁気記録用磁性膜およびそれを用いた磁気ディスク、磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の高度情報化社会の進展にはめざましいものがあり、各種形態の情報を統合したマルチメディアが急速に普及してきている。これを支える情報記録装置の1つに磁気ディスク装置がある。現在、磁気ディスク装置は、記録密度を向上させつつ小型化が図られている。それと並行して、ディスク装置の低価格化が急速に進められている。ところで、磁気ディスクの記録容量の高密度化を実現するためには、1)ディスクと磁気ヘッドとの距離をつめること、2)媒体の保磁力を増大させること、3)信号処理方法を工夫すること、4)熱揺らぎの小さい媒体を開発するなどが必須の技術である。

40 【0003】中でも、磁気記録媒体においては、高密度磁気記録を実現するためには、保磁力の増大が必須である。現在、磁気記録媒体としてはCo-Cr-Pt(-Ta)系が広く用いられている。この材料は、 $20 \text{ nm}$ 程度のCoの結晶粒子が析出した結晶質材料である。この材料を用いて、 $40 \text{ Gb/in}^2$ を超える面記録密度を実現するためには、記録や消去時に磁化反転が生じる単位(磁気クラスター)をさらに小さくしたり、さらには、その粒子サイズの分布を小さくするなど精密に制御しなければならない。この結果、再生時に媒体から発生するノイズを低減することができる。さらに、結晶粒子サイズに分布が存在すると、特に、サイズの小さな粒子が存在していると熱減磁が生

じたり、熱揺らぎが生じることにより、形成した磁区が安定に存在できない場合があった。このように、熱減磁ならびに熱揺らぎ低減の観点から、結晶粒子サイズの分布を制御することが重要な技術となってきた。これらを実現する方法として、磁性膜の下にシード膜を設けることが提案されている。その一例としてUSP-4652499をあげることができる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術では、まず、磁気ディスクにおいては、シード層による情報記録用磁性膜の結晶粒子サイズの分布を制御するには限度があり、微小な粒子や粗大化した粒子が共存している場合があった。これらの微小な粒子や粗大化した粒子は、情報を記録する場合(磁化を反転させる場合)に、周囲の磁性粒子からの漏洩磁界の影響を受けたり、逆に、大きな粒子では相互作用を与えるために、40Gb/inch<sup>2</sup>を超える超高密度記録を行う場合、安定した記録が行えないという課題があった。この点について、 $K_u \cdot V / k \cdot T$  ( $K_u$ :磁気異方性エネルギー、 $V$ :活性化体積、 $k$ :ボルツマン定数、 $T$ :温度)により表した熱的安定性において、活性化体積の値が重要なパラメータになる。この値が大きいほど熱的に安定である。これと同時に、 $K_u$ も熱的安定性に大きく関わっている。このような傾向は、Co-Cr系の垂直磁気記録用の磁性膜においても同様である。これは、結晶性の磁性材料を用いる上で発生する解決するための必然的な課題である。

【0005】そこで、このような状況を鑑み、本発明の第1の目的は、見かけの活性化体積の大きな熱的安定性に優れた磁気記録用磁性材料を提供することにある。次に、本発明の第2の目的は、磁化遷移領域における磁区の形状がジグザグパターンを形成しない低ノイズな磁気記録用磁性材料を提供するとともに、このパターンを反映しない低ノイズの磁気記録媒体を提供することにある。さらに、本発明の第3の目的は、磁気異方性の大きな磁気記録用磁性膜を提供することにある。最後に、本発明の第4の目的は、磁気ディスクを形成したときに積層構造が簡素化でき、しかも、量産に適した磁気記録媒体の構造を提供し、安価な磁気ディスクを提供することにある。

【0006】以上の技術を総合することにより、40Gb/inch<sup>2</sup>を超える超高密度記録を行うのに好適な情報記録媒体を提供することができる。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、少なくとも基板と情報記録用の磁性膜を有する磁気ディスクにおいて、用いる磁性膜が少なくとも2層からなっている薄膜を用いることが好ましい。ここで、基板に近い第1層目の磁性層がフェリ磁性体で、しかも、基板面に対して垂直な方向に磁化容易軸を有する強磁性薄膜である。この強磁性薄膜には結晶粒界が存在しておらず、しかも、

X線的に非晶質な薄膜であることが好ましい。第2層目の磁性膜は、第1層目の磁性膜より飽和磁化が大きく、これに加えて、この2層の磁性膜が互いに磁氣的に結合していることが好ましい。この第2層目の磁性膜は、基板面に対して垂直な方向に磁化容易軸を有する強磁性薄膜であり、しかも、強磁性薄膜には結晶粒界が存在しておらず、X線的に非晶質な薄膜である磁気記録用磁性膜である。ここで、基板と平行方向の面内の磁気異方性エネルギーが $1 \times 10^4$  erg/cm<sup>2</sup>以下であり、基板と垂直方向の磁気異方性エネルギーが $1 \times 10^7$  erg/cm<sup>2</sup>以上である磁性膜を用いるのが好適である。

【0008】このような磁気特性を有する磁気記録用磁性膜において、まず、第1層目の磁性膜は鉄族元素と希土類元素とからなる非晶質合金であり、さらに具体的には、鉄族元素がFe, Co, Niの内より選ばれる少なくとも1種類の元素であり、希土類元素がTb, Gd, Dy, Hoの内より選ばれる少なくとも1種類の元素とからなる合金薄膜を磁気記録用磁性膜として用いばよい。この磁性膜は、第1層目の磁性膜の有する磁性がフェリ磁性体を用いることが好ましく、特に、鉄族元素の副格子磁化が優勢であることが最も好ましい。この第1層目の磁性膜の熱的安定性が、 $K_u V / k T$  ( $K_u$ :結晶磁気異方性定数、 $V$ :活性化体積、 $k$ :ボルツマン定数、 $T$ :温度)で表され、この値の中で、活性化体積: $V$ が、該磁性膜に形成される1つの磁区における体積に相当する。さらに、この磁性膜の磁気異方性は大きいので、 $K_u V / k T$ の値は大きく、熱安定性に優れた媒体を得ることができる。さらに、静磁的な特性としては、第1層目の磁性膜の飽和磁化が200 emu/cm<sup>3</sup>以上、保磁力が3kOe以上、さらに磁性膜の膜厚が40nm以下であることが好ましい。次に、第2層目の磁性膜としては、Coを主体とする合金あるいはCoの酸化物の磁性薄膜であり、これに、Cr, Pt, Pd, Ta, Nb, Si, Tiのうちより選ばれる少なくとも1種類の元素を含んだ磁性膜を用いる。

【0009】上述の磁気記録用磁性膜をはじめ磁気記録媒体をガラス、樹脂あるいはAl合金まどの基板上に作製することで磁気ディスクを形成した。このディスクに磁気ヘッドを用いて一定幅、一定長さの磁区を形成することにより情報を記録したり、あるいは消去を行った。ここで、情報の記録あるいは消去により磁性膜に形成される磁区の体積が、先の活性化体積に相当する。また、さらにディスクに形成される磁区の長さや幅などの形成精度を向上させるのに、基板表面に凹凸のテクスチャを有した円形の基板上に上述の2層からなる磁性膜を形成することが効果がある。このテクスチャにより記録膜上に生じた記録膜のうねりにより、記録や消去に伴う磁壁の移動が抑制され、その結果として磁性膜に形成される磁区のディスク上の位置を制御することができる。

【0010】このようにして作製した磁気ディスクを用いて、磁気ディスク装置を構成することが好ましい。磁

気ディスク装置は、少なくとも磁気ディスク、磁気ヘッド、ディスク駆動系、および信号処理回路を含む電気回路からなる。この装置に、上述の磁気記録用磁性膜を用いた磁気ディスクを用いることにより高密度磁気ディスク装置を得ることができる。この磁気ディスク装置を用いて、各種形態の情報をディスク上の磁性膜に記録したり、記録した情報を再生したり、あるいは消去する。

【0011】

【発明の実施の形態】実施例を用いて本発明を詳細に説明する。

〈実施の形態1〉本実施例は、情報記録用の磁性膜が第1層目の磁性膜にTb-Fe-Co非晶質合金膜を、第2層目の磁性膜にCo-Cr膜をそれぞれ用いた場合である。作製した磁気ディスクの断面構造の模式図を図1に示す。まず、磁気ディスク用の基板(1)として、2.5"直径のガラス基板を用いた。ここで用いた基板はほんの1例であり、いずれのサイズのディスク基板を用いても、また、AlやAl合金などの金属や樹脂の基板を用いても、用いる基板の材質やサイズに本発明の効果は左右されるものではないことは言うまでもない。また、ガラス、樹脂、AlやAl合金の基板上にNiP膜をメッキ法などにより形成しても良い。

【0012】この基板(1)上に、磁性膜の保護や基板との接着性向上を図ることを目的とした下地膜(2)を形成した。用いた材料は窒化シリコン膜で、膜厚は10nmである。もちろん、この膜は必ず形成しなければならない膜ではないことは言うまでもない。この膜の作製には、マグネトロンスパッタ法を用いて行った。ターゲットにはSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>を、放電ガスにArをそれぞれ用いた。放電ガス圧力は10mTorr、投入RF電力は1kW/150mmφである。この他に、Siをターゲットに、Ar/N<sub>2</sub>を放電ガスに用いた反応性スパッタ法により成膜してもよいことは言うまでもない。また、窒化シリコン以外に、酸化シリコンなどの酸化物膜や窒化シリコン以外の窒化物、さらには酸窒化物を用いても良いことは言うまでもない。ここで用いた材料により本発明の効果が左右されることはない。

【0013】この膜の上に、情報記録用の2層からなる磁性膜を形成した。第1層目の磁性膜(3)として、Tb<sub>50</sub>Fe<sub>40</sub>Co<sub>10</sub>膜をマグネトロンスパッタ法により形成した。この組成は遷移金属の副格子磁化優勢側のTb-Fe-Co合金をターゲットに、純Arを放電ガスにそれぞれ使用した。形成した磁性膜の厚さは20nmである。スパッタ時の圧力は5mTorr、投入RF電力は1kW/150mmφである。ここでは、RFマグネトロンスパッタ法で作製したが、DCマグネトロンスパッタ法やエレクトロンサイクロトロンレゾナンスを利用したスパッタ法(ECRスパッタ法)を用いて行ってもよいことは言うまでもない。

【0014】次に、第1の磁性膜に磁気的な交換相互作用を生じるように第2の磁性膜(4)として、Co<sub>60</sub>Cr<sub>40</sub>膜を形成した。膜厚は8nmである。この膜厚は、第1層目の磁

性膜の交換結合力が及び最大の膜厚である。磁気的な結合が生じるために、第1層目のTb-Fe-Co膜を形成した後に、途中真空を破ることなく連続で成膜することが必要である。ここで、Co-Cr膜は結晶化させないと良好な磁性を示さない。そのためには、ECRスパッタ法に代表される共鳴吸収を用いて励起した粒子を一定の引き込むための電圧をバイアスとして印加して粒子の有するエネルギーを一定に揃えてスパッタすることにより、基板温度を高くすることなく成膜できる。この系の場合、先に形成したTb-Fe-Co磁性膜を過熱すると、結晶化はしないものの、構造緩和により磁気特性が変化する。特に、垂直磁気異方性エネルギーや保磁力の低下をきたすので基板加熱をしてCo-Cr膜を作製することは好ましくない。そこで、Co-Cr系磁性膜のように、結晶質磁性膜を低温で形成するにはECRスパッタ法は有効な成膜手法である。スパッタの条件は、スパッタ時の圧力は3 mTorr、投入マイクロ波電力は1kWである。また、マイクロ波により励起されたプラズマを引き込むために500VのDCバイアス電圧を印加した。ここでは、スパッタガスにArを使用した。また、ここでは、第2層目の磁性膜としてCo-Cr形を用いたが、Co-Cr-TaやCo-Cr-Pt形を用いてもよい。

【0015】ここで重要なのは、Coの濃度とそれ以外の元素の濃度の割合である。この割合が、垂直磁気異方性を決定するからである。また、ここでCo系を用いたのは、Fe系より飽和磁化が大きいからである。ここで用いたCo-Cr系では380emu/cm<sup>3</sup>であり、第1層目の磁性膜より大きな値であることがわかる。ここで、第1層目の磁性膜の飽和磁化の値は、230 emu/cm<sup>3</sup>であった。また、交換結合力が強い本実施例の試料では、磁気的には1層の膜のように振舞うことが、振動試料型の磁力計(VSM)による測定よりわかった。

【0016】このように、第1層目の磁性膜より大きな飽和磁化を有する材料層を第2の磁性膜として用いるのは、磁区からの磁束密度が増大するために、磁気ヘッドから大きな再生出力が得られるからである。

【0017】最後に、保護膜(4)としてC膜を5nmの膜厚に形成した。ターゲットにCを、放電ガスにArをそれぞれ用いた。成膜にはマイクロ波を用いたECRスパッタ法を用いた。スパッタ時の圧力は3 mTorr、投入マイクロ波電力は1kWである。また、マイクロ波により励起されたプラズマを引き込むために500VのDCバイアス電圧を印加した。ここでは、スパッタガスにArを使用した。窒素を含むガスを用いて成膜してもよいことは言うまでもない。窒素を含むガスを用いると、粒子が微細化するとともに、得られるC膜が緻密化し、保護性能をさらに向上させることができる。この膜の膜質は、このようなスパッタの条件や電極構造に大きく依存しているので、この条件は絶対的なものではない。ここで、保護膜の作製にECRスパッタ法を用いたのは、2~3nmの極薄膜でも、緻密でかつピンホールフリーで、しかも、カバレッジの

良い膜が得られるからである。これは、RFスパッタ法やDCスパッタ法に比べて顕著な違いである。これに加えて、保護膜を作製する場合に磁性膜の受けるダメージが著しく小さいという特徴もある。これは、高密度化の進行とともに、磁性膜の薄膜化が進むので、成膜時に受けるダメージによる磁気特性の低下は致命的になる。この他に、成膜にDCスパッタ法を用いても良いことは言うまでもない。しかし、この手法では形成する保護膜の膜厚が5nm以上の場合には用いることができるが、これより薄い場合は不向きな場合がある。これは、1)磁性膜表面のカバレッジが悪い、2)膜の密度や硬度が十分ではない、などの理由による。

【0018】このようにして作製した磁気記録媒体の磁気特性を測定した。VSMによるM-Hループから、角型比Sおよび $\sigma'$ ともに1.0であり、良好な角型性が得られた。また、保磁力: Hcは3.5kOeであった。また、磁性膜の有する基板と平行方向の面内の磁気異方性エネルギーが $1 \times 10^4$  erg/cm<sup>2</sup>であり、基板と垂直方向の垂直磁気異方性エネルギーが $2 \times 10^7$  erg/cm<sup>2</sup>であった。この磁気記録媒体の活性化体積を測定したところ、磁気記録媒体として広く用いられているCo-Cr-Pt系磁性膜における値の約40倍と著しく大きかった。このことは、この磁性膜が熱揺らぎや熱減磁が小さい熱的安定性に優れた材料であることを示している。

【0019】この磁性膜の構造をX線回折法により調べたところ、Co-Crによる回折ピークのためのピークが得られた。また、高分解能透過型電子顕微鏡(高分解能TEM)により磁性膜の組織や構造を調べたところ、明確な格子が見られたのは第2層目の磁性膜であるCo-Cr膜のみであった。その他の膜は、非晶質か、極微細な組織の集合体であることがわかった。

【0020】次に、このような磁気特性を有する磁気記録媒体を用いた磁気ディスクの媒体表面に潤滑剤を塗布してディスクの記録再生特性を評価した。磁気ディスク装置の構成の概略を図2に示す。磁気ヘッド(53)として、記録には、2.1Tの高飽和磁束密度を有する軟磁性膜を用いた薄膜磁気ヘッドを記録ヘッドとして用いた。また、巨大磁気抵抗効果を有するデュアルスピンバルブ型GMR磁気ヘッドにより再生した。磁気ヘッドのギャップ長は0.12 $\mu$ mである。磁気ヘッドは駆動系(54)により制御される。磁気ディスク(51)はスピンドル(52)により回転し、ヘッド面と磁性膜との距離を12nmに保った。このディスクに40 Gb/inch<sup>2</sup>に相当する信号(700kFCI)を記録してディスクのS/Nを評価したところ、34dBの再生出力が得られた。また、このディスクの欠陥レートを測定したところ、信号処理を行わない場合の値で、 $1 \times 10^{-5}$ 以下であった。

【0021】ここで、磁気力顕微鏡(MFM)により、記録した部分の磁化状態を観察したところ、磁化遷移領域に特有なジグザグパターンが観測されなかった。そのため

に、ノイズレベルがCo-Cr-Pt系の通常の磁気記録媒体に比べて著しく小さいことがわかる。その様子を模式的に示したのが図3である。これに加えて、磁性膜が非晶質であることもノイズレベルが低い原因である。また、Co-Cr系磁性膜で見られたような磁区と磁区の間や磁区の中で観察された微小な逆磁区はこの磁性膜系では観察されなかった。これも、媒体からのノイズが低い原因の1つである。本実施例では、磁性膜にはTb-Fe-Co系を用いた場合を示したが、Tb以外にGd,Dy,Hoのうちの1種類の元素を用いても、また、Gd-Tb,Gd-Dy,Gd-Ho,Tb-Dy,Tb-Hoについても同様の効果が得られるからである。さらに、遷移金属としてFe-Co合金を用いたが、Fe-Ni,Co-Niなどの合金を用いても良いことは言うまでもない。

〈実施の形態2〉本実施例は、第2の磁性膜にCoO膜を用いた場合である。作製した磁気ディスクの構造は、実施の形態1と同様で、その構造の模式図は図1に示すとおりである。用いた成膜の方法は、スパッタリング法で、スパッタの条件などは実施の形態1と同じである。CoO膜の作製は、ここでは蒸着法を用いたが、先のECRスパッタ法を用いてもよい。この手法を用いると、CoOのストイキオメトリを維持したまま成膜することができる。RFスパッタ法やDCスパッタ法を用いると、ストイキオメトリのずれを生じ、磁気特性が変化するので、好ましくない。CoOのECRスパッタ法による作製の条件は、スパッタ時の圧力は3 mTorr、投入マイクロ波電力は1kWである。また、マイクロ波により励起されたプラズマを引き込むために500VのDCバイアス電圧を印加した。ここでは、スパッタガスにArを使用した。このCoO膜のみの飽和磁化は、450 emu/cm<sup>2</sup>である。

【0022】このようにして作製した磁気記録媒体の磁気特性を測定した。VSMによるM-Hループから、2層合わせた磁性膜の角型比Sおよび $\sigma'$ は1.0であり、良好な角型性を有していた。また、保磁力: Hcは3.5kOeであった。また、磁性膜の基板と平行方向の面内の磁気異方性エネルギーが $1 \times 10^4$  erg/cm<sup>2</sup>であり、基板と垂直方向の垂直磁気異方性エネルギーが $3 \times 10^7$  erg/cm<sup>2</sup>であり、基板と垂直方向に大きな磁気異方性を有する磁性体であった。この磁気記録媒体の活性化体積を測定したところ、磁気記録媒体として広く用いられているCo-Cr-Pt系磁性膜における値の約30倍と大きかった。このことは、この磁性膜が熱的安定性に優れていることを示している。

【0023】次に、このような磁気特性を有する磁気記録媒体を用いた磁気ディスクの媒体表面に潤滑剤を塗布してディスクの記録再生特性を評価した。用いた磁気ディスク装置の構成は実施の形態1と同様で、その模式図は図2に示すとおりである。ヘッドと磁気記録媒体との距離を12nmに保ち、このディスクに40 Gb/inch<sup>2</sup>に相当する信号(700kFCI)を記録してディスクのS/Nを評価した。その結果、34dBの再生出力が得られた。また、このディスクの欠陥レートを測定したところ、信号処理を行

わない場合の値で、 $1 \times 10^{-1}$ 以下であった。

【0024】ここで、磁気力顕微鏡(MFM)により、記録した部分の磁化状態を観察したところ、磁化遷移領域に特有なジグザグパターンが観測されなかった。また、磁区と磁区の間や磁区の中に周囲と異なる向きを向いたいわゆる逆磁区は観察されなかった。そのために、ノイズレベルがCo-Cr-Pt系の通常の磁気記録媒体に比べて著しく小さかった。この様子は、実施の形態1と同様で、模式的に示したのが図3である。

【0025】本実施例では、磁性膜にはTb-Fe-Co/CoOからなる2層膜を用いたが、CoO以外に垂直磁気異方性を有し、しかも、第1層目の磁性膜より大きな飽和磁化を有する磁性膜を用いても同様の効果が得られる。

〈実施の形態3〉本実施例は、基板表面に凹凸のテクスチャを有する基板を用いた場合である。テクスチャの形成は、1)基板の表面を研磨と同時に設ける場合、2)アイランド状の極薄の薄膜を形成し、これをテクスチャとして用いる、などの手法がある。これらいずれの手法を用いても良いことは言うまでもない。この基板上に、実施の形態1と同様の磁気記録媒体を形成した。

【0026】この磁気記録媒体の磁気特性は実施の形態1と同様であった。このディスクの記録再生特性を図2に示す磁気ディスク装置を用いて評価した。その結果、実施の形態1よりノイズレベルが約1dB低かった。これは、基板表面に形成されたテクスチャの凹凸のために、磁壁の移動がピン止めされるので、情報を記録した後の磁化遷移領域のジグザグパターンがより平坦になったためであることがMFMを用いた解析により判明した。この効果は、用いる磁性膜材料に依存しないことは言うまでもない。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、互いに磁氣的に結合し\*

\*た2層よりなる磁性膜を用い、第1の磁性膜が垂直磁気異方性を有する遷移金属の副格子磁化優勢側の希土類-鉄族元素(RE-TM)合金から成る非晶質合金を用いた磁性膜を磁気記録媒体に用いると、大きな活性化体積を有するので熱減磁や熱揺らぎの小さいなどの熱安定性に優れた磁気記録材料を提供することができた。さらに、RE-TM膜上にこの膜より大きな飽和磁化を有し、かつ垂直磁気異方性を有する磁性膜を形成することで再生信号出力の増大を図る効果がある。さらに、第2層目の磁性膜が結晶質であっても、主となる第1層目の磁性膜は非晶質であり、しかも、時期的な結合状態にあるので、媒体に起因するノイズを小さくできる。これに加えて、磁性膜が非晶質であるので、磁性膜の結晶配向性を制御するためのシード層を形成する必要がなく、磁気記録媒体の積層構造を簡素化できるなど量産化および低価格化に有効である。さらに、表面にテクスチャを有する基板を用いると磁区の形成精度の向上ならびにノイズの低減に効果がある。

【0028】以上の技術により、 $40\text{Gb/in}^2$ を超える面記録密度を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】磁気ディスクの断面構造を示す模式図

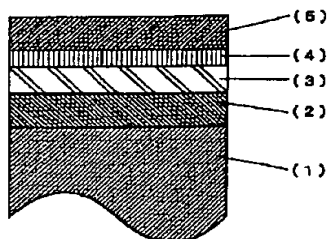
【図2】磁気ディスク装置の構成を示す図

【図3】磁性膜に形成された磁区をMFMにより観察した結果を示す模式図

【符号の説明】

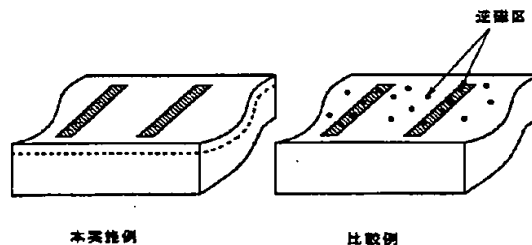
- 1・・・基板
- 2・・・下地膜
- 3・・・第1の磁性膜
- 4・・・第2の磁性膜
- 5・・・保護膜

【図1】

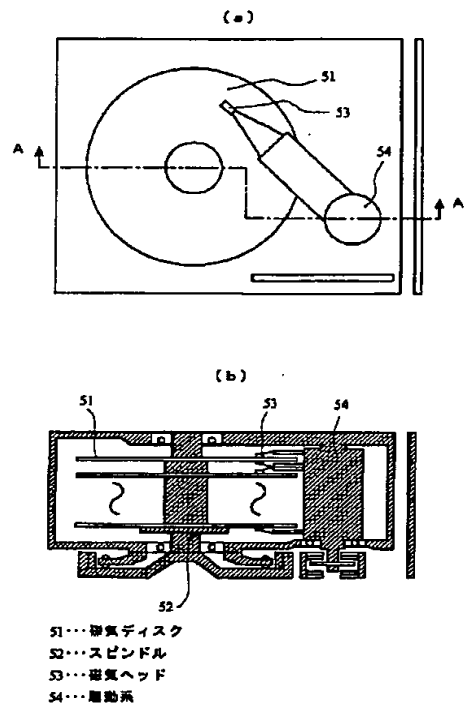


- 1 : 基板
- 2 : 下地膜
- 3 : 第1層目の磁性膜
- 4 : 第2層目の磁性膜
- 5 : 保護膜

【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 若林 康一郎  
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

(72)発明者 竹内 輝明  
大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ  
クセル株式会社内

Fターム(参考) 5D006 BB01 BB07 BB08 CB07